

CIRCULAR TÉCNICA

29

Jaguariúna, SP
Maio, 2019

Uso de gemas individualizadas de cana-de-açúcar para a produção de mudas

André May
Nilza Patrícia Ramos



Uso de gemas individualizadas de cana-de-açúcar para a produção de mudas¹

Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), segundo James (2004), é uma planta originária do sudoeste asiático, especificamente da região entre Nova Guiné e Indonésia.

No Brasil, a cana-de-açúcar se destaca por ser a principal cultura da cadeia produtiva de biocombustíveis que, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2016), a área desta cultura foi de aproximadamente 9 milhões de hectares, que produziram 34,6 milhões de toneladas de sacarose, 11 bilhões de litros de etanol anidro e 18 bilhões de litros de etanol hidratado.

O etanol é mundialmente conhecido como uma opção estratégica na geração de energia renovável. O setor sucroalcooleiro apresenta grande potencial produtivo desse biocombustível, sendo capaz de atrair investimentos internos e externos para o país (Goldemberg, 2007). Segundo Goldemberg (2007) e Naylor et al. (2007), o interesse pelos combustíveis renováveis como o etanol, faz parte do conjunto de estratégias internacionais para a mitigação de gases do efeito estufa, tendo, portanto, uma tendência de crescimento na produção para os próximos anos.

Esta ampla exploração se deve à extensa pesquisa no desenvolvimento e aproveitamento de produtos na área industrial, além das inovações agrícolas, como melhoramento de variedades, mecanização da colheita e plantio, e uso de corretivos e fertilizantes. Entretanto, algumas práticas não acompanharam este cenário evolutivo, incluindo o uso de colmos (toletes) como unidade

¹ André May, Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. Nilza Patrícia Ramos, Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

propagativa para instalação do canavial, cujo método remonta a introdução da cultura no Brasil.

Atualmente, a forma preferencial e majoritária de multiplicação de cana-de-açúcar é através de toletes (colmos inteiros ou colmos fracionados a cada 3 ou 4 gemas) distribuídos sobre sulcos profundos de plantio. Esta técnica de plantio de cana é utilizada há centenas de anos. O diferencial atual é a intensa utilização de maquinários pesados para ajudar na distribuição desses toletes nas linhas de plantio. No entanto, muitas usinas estão voltando a distribuir os toletes manualmente sobre os sulcos, devido ao gasto excessivo de colmos para se plantar um novo canavial (acima de 20 t de colmos por hectare plantado), onerando sobremaneira o custo agrícola da lavoura.

Assim, o uso de colmos para plantio em áreas de reforma de canaviais deriva, em pequena proporção, de viveiros secundários, onde a qualidade da cana-de-açúcar é controlada quanto aos aspectos sanitários e genéticos, e majoritariamente, de talhões comerciais, sem rigoroso controle de qualidade (Landell et al., 2012), que aumenta o potencial de falhas e misturas de variedades. Outro fator que implica na qualidade do colmo é o grau de mecanização para corte e plantio dos toletes, que melhora o rendimento do trabalho, mas altera a qualidade e o consumo de colmos-semente. Isto porque, a mecanização, ao mesmo tempo em que aumenta a eficiência de corte e plantio, proporciona maiores danos às gemas, reduzindo a qualidade e aumentando o consumo de colmos (Robothan; Chapell, 2002).

Num primeiro momento, o consumo de colmos pode não parecer relevante frente aos 9 milhões de hectares de área plantada de cana-de-açúcar no Brasil (Conab, 2016); porém, 10% desta área se destina à reforma do canavial e 2,5% para a produção de colmos para o replantio das áreas de produção, o que leva a proporção de 4:1 entre essas duas últimas áreas, ou seja, para cada 4 áreas reformadas é necessária uma área do mesmo tamanho para a produção de colmos para o replantio dessas áreas.

Assumindo-se uma produtividade de 80 t ha⁻¹ nessas áreas de colmos, que são colhidas precocemente para melhor qualidade de gemas, e a proporção entre áreas citadas, é possível calcular um consumo de cerca de 20 t de colmos para cada 1 ha reformado para o plantio mecanizado. Assim, a dimensão deste consumo só é visualizada quando se resgata os valores

usados no passado para a operação semimecanizada de corte e plantio, que não ultrapassavam 8-12 t de mudas para cada 1 ha reformado (Landell et al., 2012), indicando aumentos entre 40-60% de consumo do sistema mecanizado em relação ao semimecanizado.

O aumento de colmos não se reverte, obrigatoriamente, em estabelecimento em campo, uma vez que os danos nas gemas ainda são significativos e causam falhas entre 27- 38%, comprometendo o desenvolvimento da cana-de-açúcar (Janini, 2007; Garcia, 2008). Assim, o custo com o uso de colmos é significativamente maior no sistema mecanizado e só se viabiliza frente ao semimecanizado pela redução no custo de mão-de-obra, considerando uma eficiência de campo de 75% (Janini, 2007).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é reportar a possibilidade de uso de gemas individualizadas para a formação de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, visando a redução do tempo de formação e a redução de custos potenciais.

Uso de mini toletes ou rebolos como forma de propagação

A evolução da técnica tradicional de propagação vegetativa de cana, utilizando toletes, pode ser resgatada pelos estudos de Ramaiah et al. (1977), que demonstraram possibilidades de eliminação dos entrenós dos toletes de cana, usando apenas as gemas individualizadas, associadas a pequenas partes do tolete (caracterizado atualmente como mini rebolo ou mini tolete) para o plantio do canavial, diretamente no campo, sem considerar as etapas de produção de mudas em condições controladas, como foi desenvolvido no Centro de Cana do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC).

Uma das formas mais atuais e eficientes de reforma de canaviais é através das mudas pré-brotadas (MPB), que consiste basicamente da produção de uma muda de cana advinda de um mini tolete ou mini rebolo (pequena parte de um colmo com apenas uma gema, com frações laterais de entrenó), enraizado em tubetes, sob condições controladas de casa-de-vegetação (Landell et al, 2012) (Figura 1).



Figura 1. Mini tolete ou mini rebolo utilizado para produção de mudas pré-brotadas de cana (MPB – IAC)

Fonte: (adaptado de Xavier et al., 2014).

Esse aprimoramento técnico, segundo Jain et al. (2010), permite que cerca de 80% da massa do material utilizado na multiplicação convencional (toletes) seja poupado através do plantio de mudas pré-brotadas.

O MPB envolve a brotação e estabelecimento antecipado (sob condições controladas) das mudas, a partir de mini rebolos (gemas associadas a pequenas partes do tolete) puros (mesma variedade), tratados térmica e quimicamente para a eliminação de pragas e doenças (Landell et al., 2012). Como vantagem oferece qualidade fitossanitária, rendimento em termos de hectares plantados e a uniformidade do estande.

Comparativamente ao sistema mecanizado com uso de 20 t ha⁻¹ de colmos (toletes), distribuindo 24-60 gemas por metro linear, o sistema MPB pode utilizar apenas 2 t ha⁻¹ de colmos (Landell et al., 2012), o que representa uma economia vegetal da ordem de 90%. Entretanto, os benefícios ainda são vencidos por diversos gargalos, que impedem a rápida expansão para áreas comerciais, uma vez que as mudas pré-brotadas, advindas de mini rebolos, restringem o negócio apenas ao estabelecimento de viveiros primários. O outro gargalo diz respeito ao alto custo unitário da muda, que, segundo as

empresas do setor, ultrapassa R\$ 1,00, o que encarece a implantação frente ao sistema colmos (toletes), convencionalmente utilizado.

Por outro lado, Aferri et al. (2016) afirmam que, se as mudas pré-brotadas, utilizando a técnica do IAC, forem produzidas pelos próprios usuários (produtor de cana ou usina sucroalcooleira), o custo unitário poderia chegar a R\$ 0,52 em média com oscilações entre R\$ 0,32 e R\$ 0,72 em função da viabilidade das gemas de brotação, que deve ser de no mínimo 70%. Assim, cita-se um gasto por hectare de pelo menos R\$ 4.266,67 de mudas (espaçamento de 1,5 x 0,5 m), sem considerar o gasto para a distribuição das mudas mecanicamente nos sulcos de plantio.

Portanto, a expansão da tecnologia do MPB necessita de uma redução significativa de custo. Aferri et al (2016) demostram que o custo de R\$ 0,32 por muda advinda de MPB (ou R\$ 4.266,67/ha) assemelha-se ao custo do sistema colmos-semente (toletes), considerando a compra do colmo-semente genético (tolete adquirido para a instalação de viveiros primários, advindos de empresas de melhoramento genético de cana), que sai por cerca de R\$ 150,00/t de colmo, ou R\$ 3.000,00/ha, utilizando 20 t ha⁻¹ de colmos (toletes), não considerando a distribuição dos toletes no sulco de plantio.

Uso de gemas como forma de propagação

Considerando-se as informações citadas, propõem-se a utilização de gemas individualizadas de cana para a produção de mudas pré-brotadas, sem a necessidade das demais estruturas contidas em um mini rebolo ou mini tolete. Ou seja, mantem-se apenas a gema individualizada intacta com parte da zona radicular (estrutura contida em volta da gema da cana onde estão os primórdios radiculares da futura plântula) (Figura 2).

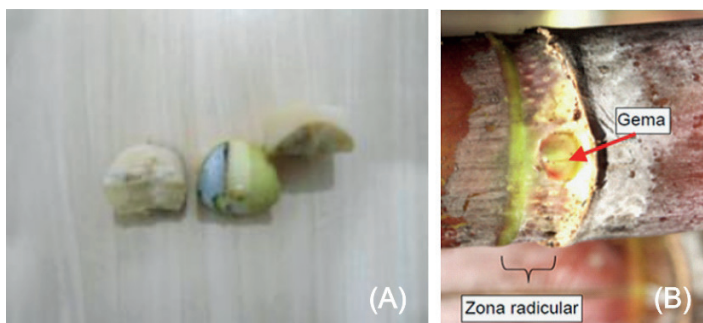


Figura 2. Gema individualizada com parte da zona radicular, extraída mecanicamente do colmo, utilizada para a produção de mudas pré-brotadas (A) e detalhe da zona radicular ao lado da gema de cana (B: adaptado de Landell et al., 2012).

Assim, propõe-se a utilização de apenas uma gema com primórdios radiculares conjugados, em uma estrutura cilíndrica com 7 a 18 mm de raio a partir do centro da gema de cana, o que permite que as estruturas sobressalentes de um colmo ou mini rebolo sejam utilizadas para a produção de açúcar e álcool de forma comum em usinas sucroalcooleiras, e otimiza a produção gerada por uma área cultivada. Essas gemas individualizadas são transplantadas em células contendo substrato para seu enraizamento e desenvolvimento.

A tabela 1 apresenta os resultados de emergência, comparativamente ao sistema de produção de mudas pré-brotadas do IAC (MPB IAC). Nota-se que não houve diferença estatística entre a média observada da gema individualizada, extraída com extrator de 14,5 mm de raio e o mini rebolo advindo da proposta do MPB IAC. Assim, é possível verificar que o corte de parte da zona radicular não prejudicou a integridade da gema individualizada. Da mesma forma, não houve prejuízo em tempo de formação das mudas, uma vez que as mudas pré-brotadas formadas se mostram prontas para campo em 45 dias.

No entanto, conforme o interesse, a escolha do raio ideal das gemas individualizadas pode ser alterada dentro da faixa de 7 a 18 mm de raio, dependendo do tamanho da célula das bandejas que se planeja utilizar. Quanto menor o raio das gemas individualizadas, maior será a necessidade

de replantio de gemas aos 4 dias após o início do processo de produção das mudas.

Essa alteração dos raios de gemas individualizadas é facilmente realizada através da troca da ponteira do cilindro rotativo do extrator circular, uma vez que a máquina projetada tem um jogo de extratores circulares com raios que variam de 7 a 18 mm.

Tabela 1. Porcentagem de emergência das plantas de cana-de-açúcar.

% emergência final			
Mini reboło (MPB IAC)	Gema com 11 mm de raio	Gema com 14,5 mm de raio	Gema com 17,5 mm de raio
80 a	50 b	78 a	85 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Processo semimecanizado de extração de gemas: desenho ilustrativo

Na máquina projetada há um sistema de desinfecção dos propágulos (gemas individualizadas extraídas) que consiste em tanque metálico localizado logo após a saída da linha de vácuo do extrator circular. A linha de vácuo com as gemas aprisionadas passa pela solução desinfetante, contendo fungicidas e inseticidas recomendados para a cultura da cana-de-açúcar, através de um banho de imersão das gemas contidas na linha de vácuo, conforme recomendações da cultura.

A retirada das gemas com 7 a 18 mm de raio (sentido longitudinal do colmo) e cerca de 8 mm de espessura (sentido transversal do colmo a partir da superfície da gema), que resulta em uma estrutura similar à uma moeda, podem ser realizadas mecanicamente, com grande velocidade operacional, permitindo a redução dos custos de manipulação de mini rebolos, intrínsecos ao processo de produção de mudas pela tecnologia MPB do IAC.

A retirada das gemas do colmo mecanicamente se dá por um extrator circular horizontal, com centro oco e movimento pulsante. É conduzido por movimento

de polia e correia, após corte longitudinal do colmo por serra circular ou serra de fita, capaz de partir o colmo ao meio, visando produzir faces do colmo para o processo de extração de gemas em sequência.

O movimento pulsante de extração das gemas pelo cilindro extrator é governado por sinal elétrico enviado por uma roda guia, que caminha sobre a lateral de cada colmo fracionado ao meio pela serra circular.

Após a extração, as gemas contidas no interior do cilindro de corte oco são aprisionadas por uma linha de vácuo que passa ao final do cilindro extrator, capaz de manter a gema extraída em um carretel automatizado. Por sua vez, depositará as gemas nas células de bandejas plásticas, mantidas em movimento sob uma mesa de fluxo intermitente, conferindo um processo completamente automatizado de corte dos colmos, extração de gemas e distribuição das gemas em células de bandejas plásticas. Podem ser encaminhadas diretamente por carrinhos elétricos à casa de vegetação, para as etapas seguintes de formação das mudas pré-brotadas (figuras 3, 4, 5, 6 e 7).

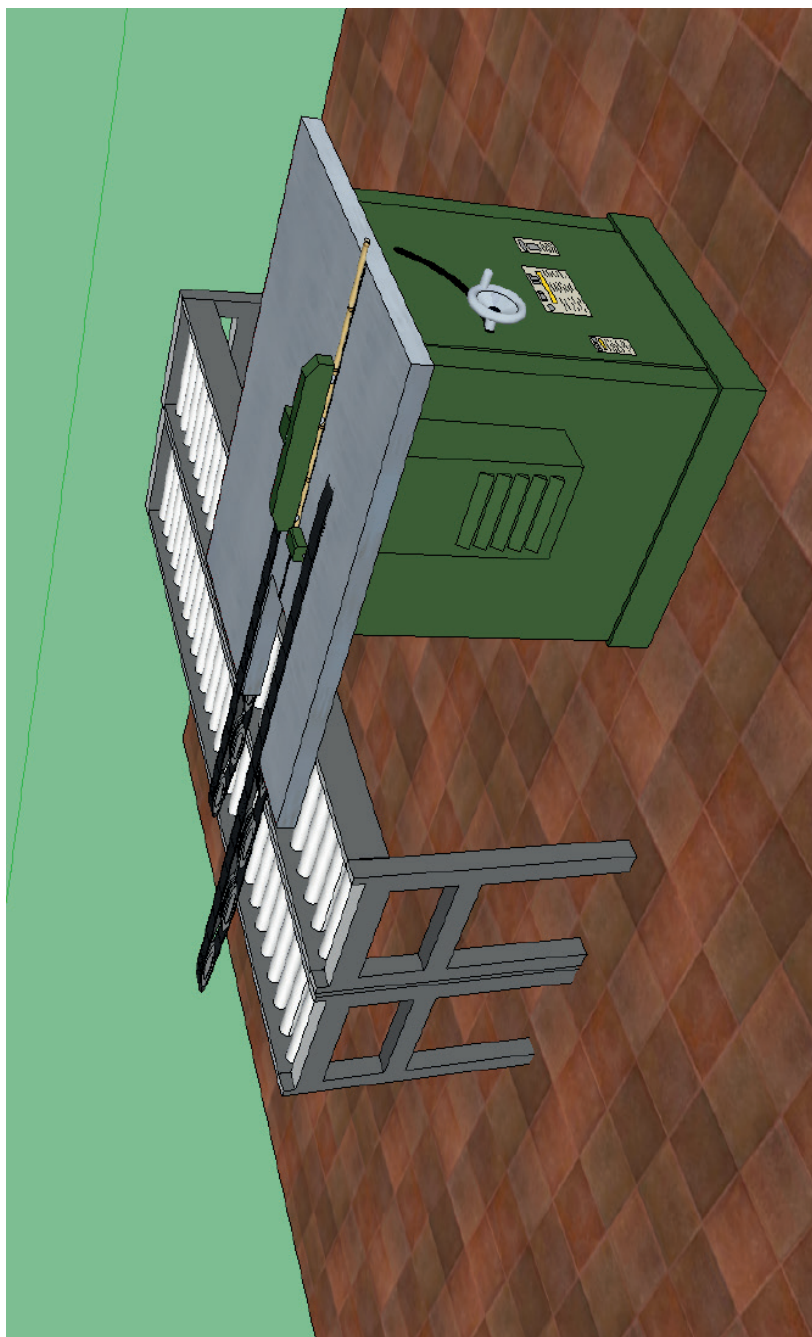
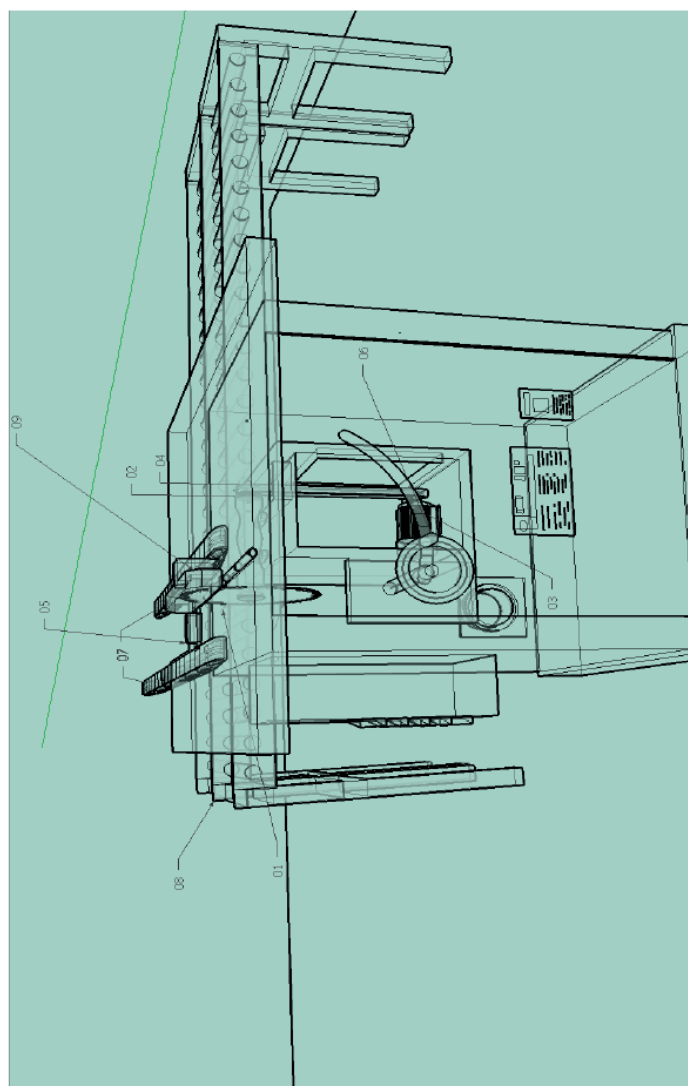


Figura 3. Vista geral de uma proposição mecanizada para a extração de gemas.



LEGENDA

- 01- Disco de serra de vídea
- 02- Eixo Mancel
- 03- Motor elétrico
- 04- Correia
- 05- Extrator de gemas
- 06- Alavanca de regulagem
- 07- Linha de vácuo
- 08- Esteira transportadora
- 09- Motor alimentador

Figura 4. Detalhe propositivo de máquina extratora de gemas.

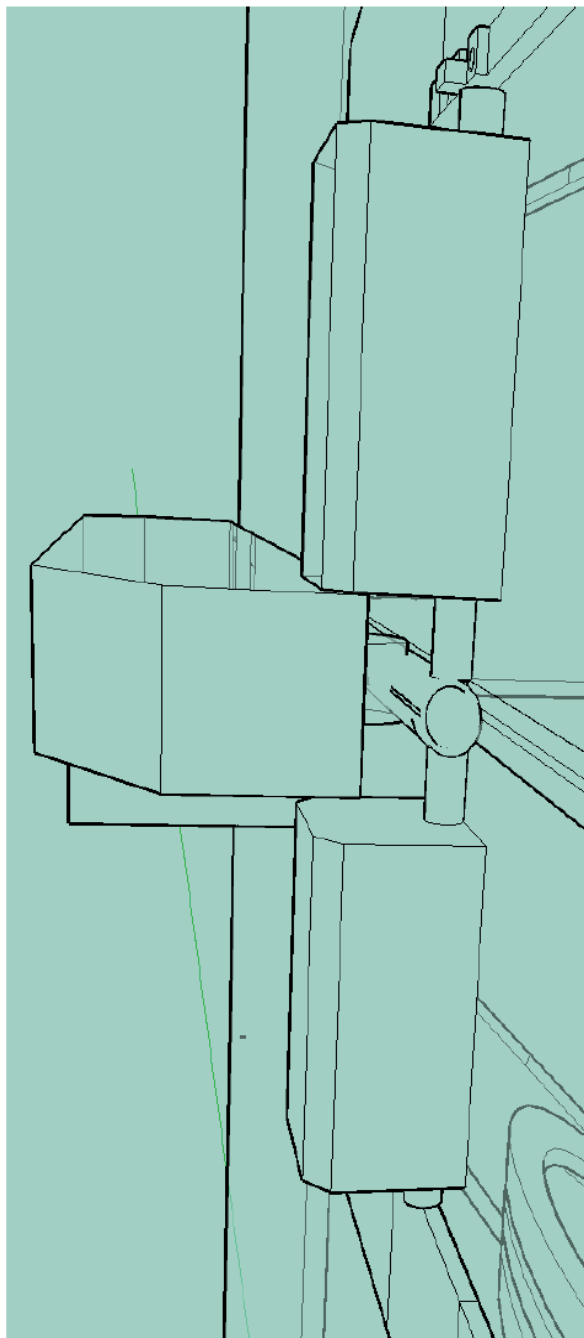


Figura 5. Detalhamento do extrator de gema proposto.

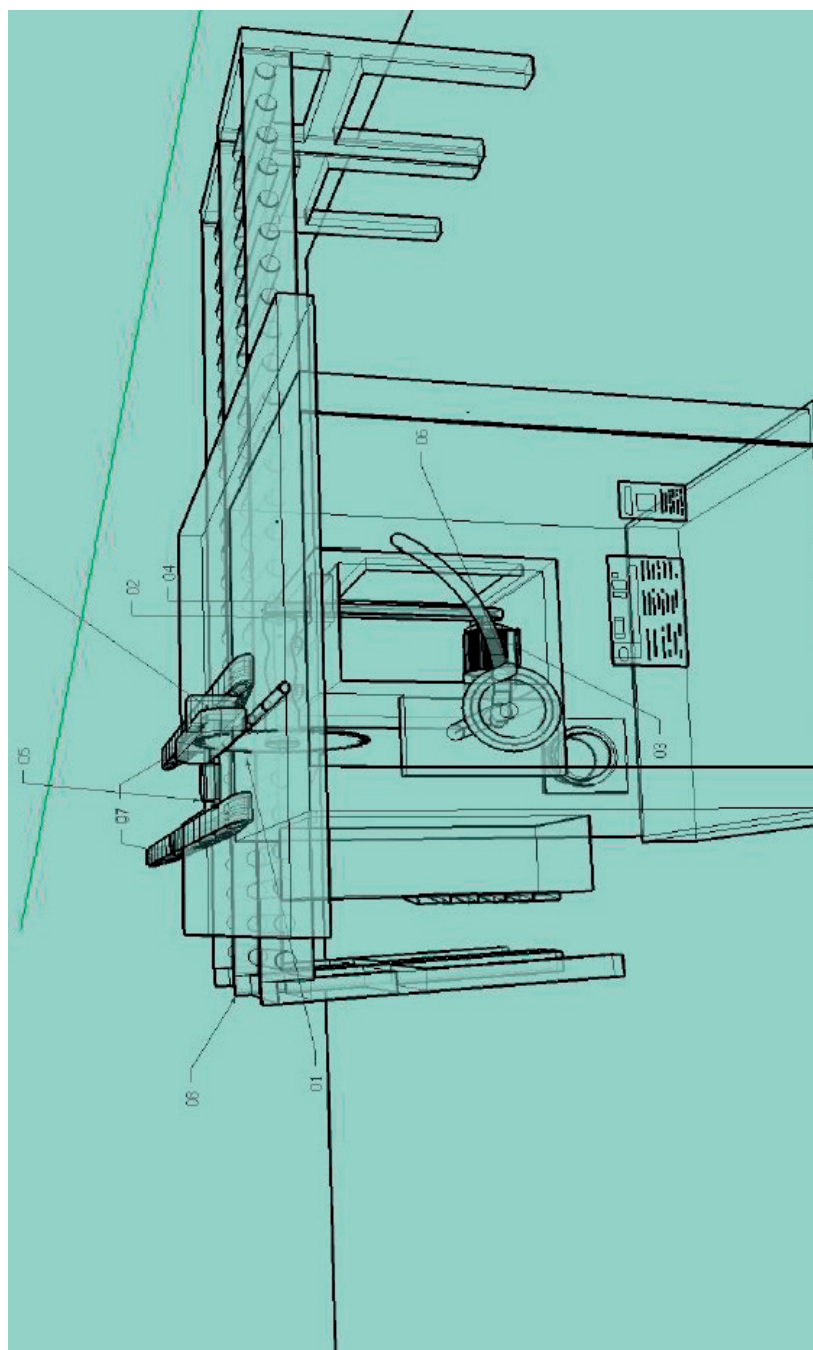


Figura 6. Detalhamento da linha de vácuo para sucção das gemas extraídas.

O extrator circular (Figura 5) deve ficar no sentido horizontal da máquina projetada para que as gemas extraídas permaneçam dentro do cilindro extrator, de forma que, ao chegarem à extremidade do cilindro, pelo movimento natural de acúmulo de gemas extraídas sucessivamente, e que, por sua vez empurram umas às outras para a extremidade do cilindro, sejam capturadas pela linha de vácuo em sequência.

A vantagem do processo recai sobre uma enorme redução do volume de substrato utilizado no processo de produção das mudas, sendo facilmente conduzidas em bandejas plásticas, contendo 200 células com 18 cm³ de volume, diferentemente do sistema MPB, que utiliza um mini rebolo com 40 a 50 mm comprimento e 20 a 30 mm de espessura, exigindo um tubete contendo 180 cm³ de substrato. Entretanto, essas mesmas gemas individualizadas com 7 a 18 mm de raio extraídas mecanicamente podem gerar mudas pré-brotadas em tubetes contendo 180 cm³ de substrato.

A escolha do tamanho da célula da bandeja ou tubete depende do interesse de utilização das mudas pré-brotadas. Quando há uma sistematização adequada da área produtiva, com possibilidades de irrigação das mudas transplantadas, pode-se utilizar bandejas com células de tamanho reduzido. Mas, quando há algum descontrole operacional que não permita a irrigação de salvamento das mudas transplantadas, em caso de veranico prolongado, deve-se produzir as mudas pré-brotadas utilizando bandejas com células maiores ou tubetes, capazes de armazenar maior quantidade de substrato, visando produzir mudas com um maior volume de raízes, capazes de suportar situações adversas de cultivo.

O processo de formação das mudas demanda no máximo 45 dias (Figura 8), desde o momento da extração das gemas dos colmos até o transplante no campo. Por outro lado, a técnica do MPB demanda mais de 60 dias de desenvolvimento, com necessidade de uma fase inicial de triagem e repique de gemas brotadas nos 7 a 10 dias iniciais, antes do transplante das gemas para os tubetes, o que demanda um excesso de operações manuais e um atraso na produção das mudas.

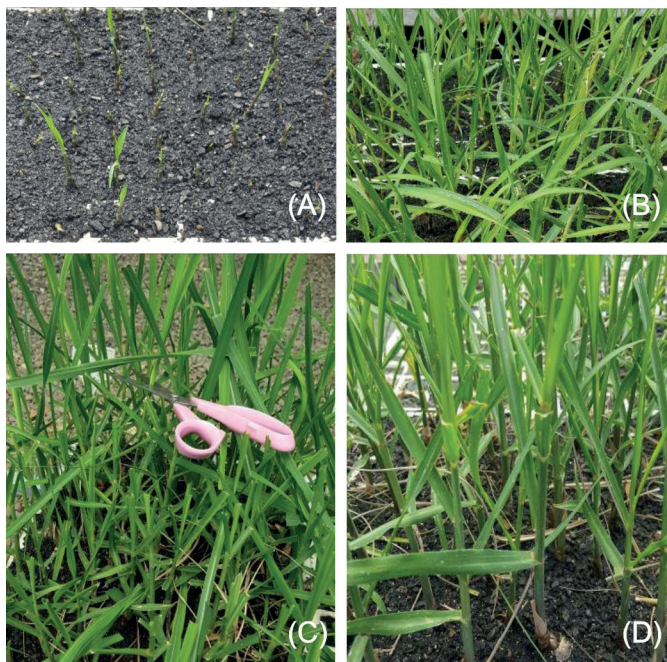


Figura 8. Desenvolvimento das mudas pré-brotadas de cana, utilizando gemas individualizadas com primórdios radiculares conjugados A: emergência aos 7 dias; B: desenvolvimento das plantas aos 15 dias; C: desenvolvimento das plantas aos 25 dias, com corte apical das folhas, realizado a cada 15 dias; D: mudas pré-brotadas prontas para transplantio em campo aos 45 dias.

Para eliminar a primeira etapa do processo de produção das mudas pré-brotadas pelo sistema MPB, a proposta promove a emergência inicial das gemas individualizadas na própria bandeja plástica onde as mudas serão desenvolvidas para entrega ao campo. Logo aos 4 dias da distribuição das mudas nas bandejas plásticas é feito um replante de gemas não emergidas, para acelerar o processo e reduzir o gasto com mão de obra. Mas, esse replantio não é elevado, podendo chegar a 100% de emergência, quando as gemas advêm de colmos novos e formados em condições adequadas de cultivo.

Os colmos para a extração das gemas devem ser gerados em condições controladas, visando produzir gemas nobres, limpas e uniformes, durante um período maior do ano, em função da manutenção de temperaturas diurnas e noturnas mais estáveis. Sabe-se que as gemas da cana não têm boa taxa de brotação quando em temperaturas baixas. As plantas que formarão os colmos para a extração das gemas devem ser mantidas em espaçamento reduzido (0,5 m entre linhas x 0,2 m entre plantas), visando produzir colmos retos, mais finos, uniformes e com gemas com alta porcentagem de brotação e com o mesmo estágio fisiológico entre as partes do colmo (ponta, meio e base). A extração das gemas dos colmos dessas plantas ocorre no máximo a cada 100 dias após cada corte.

Os colmos de cana a serem utilizados na máquina de extração de gemas podem vir de um viveiro primário ou secundário de uma usina sucroalcooleira, com até 120 dias de idade. Esses colmos advindos de casas-de-vegetação ou de viveiros primários e/ou secundários devem passar inicialmente, após o corte, por uma etapa de pré-limpeza com a retirada da ponteira e das folhas, fazendo uma seleção dos colmos aptos a serem inseridos na máquina de extração das gemas. Os colmos produzidos em casa-de-vegetação em condições controladas não demandam tratamento térmico, mas os colmos advindos de viveiro primário e/ou secundário devem ser tratados termicamente, como é normalmente recomendado para o controle de doenças em cana.

As etapas subsequentes de desenvolvimento da muda pré-brotada, referentes às fertilizações do substrato, das plantas em desenvolvimento e dos tratamentos fitossanitários da casa-de-vegetação obedecem aos mesmos preceitos técnicos de formação de mudas utilizando a técnica do MPB do IAC. Contudo, a inovação consiste na forma do propágulo e modo de extração das estruturas vegetativas de cana.

Conclusões

Conclui-se que os diferenciais mais evidentes que se ofertam através da utilização de gemas individualizadas de cana-de-açúcar, com primórdios radiculares conjugados são:

- possibilidade de mecanização do processo de extração de gemas e produção das mudas pré-brotadas mantidas em casa-de-vegetação;
- possibilidade de redução em até 10 vezes o volume de substrato atualmente utilizado para a produção de mudas pré-brotadas pelo sistema vigente;
- redução do tempo de formação de mudas, em função da eliminação da etapa inicial de brotação de gemas no sistema vigente;
- possibilidade de obtenção de gemas uniformes em tamanho e estágio fisiológico, quando os colmos demandados para a extração podem ser cultivados conjuntamente à estrutura de produção das mudas, sob condições controladas de desenvolvimento;
- possibilidade de redução do custo final da muda produzida em razão da automação do processo de extração e preparo de bandejas;
- redução do volume de substrato e redução do tempo de produção das mudas pré-brotadas.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos funcionários da Embrapa Meio Ambiente Claudemir Aparecido Donetti e Mauri Valdivino Pereira, pela colaboração na elaboração dos desenhos ilustrativos expostos nesse documento.

Referências

- AFERRI, G.; XAVIER, M. A.; PEREIRA, M. A. P. Custo de produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar – MPB. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 13, n. 2, jul.-dez. 2016. Disponível em: <<http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/1703-custo-de-producao-de-mudas-pre-brotadas-de-cana-de-acucar-mpb/file.html>>. Acesso em: 15 mar. 2016.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: cana de açúcar safra 2016/2017, dezembro/2016**. Brasília, DF.: Companhia Nacional de Abastecimento, 2016. 76 p.
- GARCIA, M. A. L. **Avaliação de um sistema de plantio mecanizado de cana-de-açúcar**. 2008. 77p. Dissertação (Mestrado) - ESALQ-USP, Piracicaba-SP.
- GOLDEMBERG, J. **Ethanol for a sustainable energy future**. *Science*, v. 315, n. 5813, p. 808-810, 2007.
- JAIN, R.; SOLOMON, S.; SKRIVASTAVA, A. K.; CHANDRA, A. Sugarcane bud chips: s promising seed material. **Sugar Tech**, v. 12, n. 1, p. 67-69, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s12355-010-0013-9>>. Acesso em: 08 abr. 2019.
- JAMES, G. L. An introduction to sugarcane. In: JAMES, G. L. (Ed.) **Sugarcane**. 2. Ed. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 2004. p. 1-19.
- JANINI, D. A. **Análise operacional e econômica do sistema de plantio mecanizado de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 2007. 148p. Dissertação (Mestrado) - ESALQ-USP, Piracicaba-SP.
- LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2012. 16p. (Documento IAC, n. 109).
- NAYLOR, R. L.; LISKA, A.; BURKE, M. B.; FALCON, W. P.; GASKELL, J. C.; ROZELLE, S. D.; CASSMAN, K. G. The ripple effect: biofuels, food security, and the environment. **Environment Science and Policy for Sustainable Development**, v. 49, n. 9, p. 30-43, 2007.
- RAMAIAH, B.; NARASIMHA RAO, G.; PRASAD, G. Elimination of internodes in sugarcane seed piece. **Proceedings of International Society for Sugar Cane Technologists**, p. 1509-1513, 1977.
- ROBOTHAN, B. G.; CHAPPELL, W. G. High quality planting billets-whole-satlk planters billets compared to billets from modified and unmodified harvester. **Proceeding Australian Society Sugar Cane Technologists**, v. 24, p. 1-10, 2002.
- XAVIER, M. A.; LANDELL, M. G. de A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; MENDONÇA, J. R. de; DINARDO-MIRANDA, L. L.; SCARPARI, M. S.; GARCIA, J. C.; ANJOS, I. A.; AZANIA, C. A. M.; BRANCALÃO, S. R.; KANTHACK, R. A. D.; AFERRI, G.; SILVA, D. N. da; BIDÓIA, M. A. P.; CAMPOS, M. F. de; PERRUCCO, D.; MATSUO, R. S.; NEVES, J. C. T.; CASSANELI JÚNIOR, J. R.; PERRUCCO, L.; PETRI, R. H.; SILVA, T. N. da; SILVA, V. H. P. da; THOMAZINHO JUNIOR, J. R.; MIGUEL, P. E. M.; LORENZATO, C. M. **Fatores de desuniformidade e kit de pré-brotação IAC para sistema de multiplicação de cana-de-açúcar: mudas pré-brotadas (MPB)**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2014. 23p. (Documento IAC, n. 113).

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio Ambiente

Rodovia SP-340, Km 127,5, Tanquinho Velho
Caixa Postal 69, CEP: 13820-000, Jaguariúna, SP

Fone: +55 (19) 3311-2610

Fax: +55 (19) 3311-2640

www.embrapa.br/meio-ambiente

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

1ª edição eletrônica (2019)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



**Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável**

Presidente

Ana Paula Contador Packer

Secretário-Executivo

Cristina Tiemi Shoyama

Membros

*Rodrigo Mendes, Ricardo A. A. Pazianotto,
Maria Cristina Tordin, Daniel Terao, Victor Paulo
Marques Simão, Joel Leandro de Queiroga,
Vera Lucia Ferracini, Marco Antonio Gomes*

Revisão de texto

Nilce Chaves Gattaz

Normalização bibliográfica

Maria de Cléofas Faggion Alencar, CRB-8/1658

Tratamento das ilustrações

Silvana Cristina Teixeira

Projeto gráfico

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Silvana Cristina Teixeira

Foto da capa

Nilza Patrícia Ramos

CGPE 15332